

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЮРИДИЧЕСКОЙ НАУКИ

УДК 658.512

А. А. Балтовский, А. И. Сифоров
A. A. Baltovskiy, A. I. Siforov

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ МНОГОУРОВНЕВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ

DETERMINATION OF THE OPTIMAL STRUCTURE OF A MULTI-LEVEL SYSTEM OF PROCESS CONTROL

Аннотация. В статье рассматривается вопрос выбора структуры многоуровневой системы управления, т. е. определение оптимального состава и взаимосвязей элементов системы.

Summary. The article deals with the issue of choice of multi-level system of process control, that is, determining the optimum composition and interactions of system elements.

Ключевые слова: многоуровневая система управления, интегрированная автоматизированная система управления процессом, показатели эффективности системы.

Keywords: a multi-level system of process control, integrated automated system, indicators of system's effectiveness.

В связи с переходом на экономические методы управления народным хозяйством намечен новый перспективный этап комплексной автоматизации обеспечения функционирования любой структуры на основе создания и использования интегрированных автоматизированных систем управления процессом (далее – ИАСУП), в которых реализуются основные направления технического прогресса.

Одним из основных этапов создания ИАСУП является выбор оптимальной структуры создаваемой системы. Под оптимальной здесь понимается иерархическая структура, обеспечивающая наивысшую оперативность решения задачи оптимального управления процессом.

Синтез структуры системы управления является первоначальным, очень сложным и ответственным этапом. В настоящее время он выполняется на основе эвристических правил и последующей доводки и требует огромных затрат. В этой связи возникает проблема разработки формализованного автоматизированного синтеза структуры системы управления,

которая решалась бы в соответствии с государственными научно-техническими программами. Из чего следует актуальность данной работы.

Из проведенного анализа литературных источников [1–3] установлено, что традиционный метод формирования структуры иерархической системы управления процессом состоит в исчерпывающем задании элементов, входящих в проектируемую систему, и всех связей между элементами. Из чего следует необходимость учета в ИАСУП собственной структуры каждого элемента, входящего в формализуемый объект, и отыскания средств ее формализованного представления.

Настоящая работа посвящена разработке алгоритмов решения задачи автоматизированного синтеза структуры иерархической системы управления процессом.

В качестве *объекта исследования* нами принят процесс синтеза структуры управления.

В качестве *предмета исследования* – аппарат теории множеств, аппарат теории графов.

Для решения поставленной задачи использовали методы теории системного анализа и синтеза оптимизации организованных структур.

Научная новизна работы состоит в разработке алгоритмов автоматизированного синтеза структуры управления процессом.

Решение поставленной задачи базируется на оперативно-декомпозиционном подходе.

Каждая подсистема многоуровневой системы управления характеризуется определенным набором входных и выходных переменных и оператором преобразования входных переменных в выходные. Поэтому любую подсистему можно представить [1] в виде следующего упорядоченного множества:

$$S = \langle T, X, Y, F, R, W, G, Z, L \rangle, \quad (1)$$

где T – множество моментов времени, в которых наблюдается система;

X – множество входных управляемых сигналов;

Y – множество выходных сигналов;

F – множество возмущающих сигналов;

R – множество информационно-управляющих сигналов;

W – множество информационных сигналов;

G – множество сигнал - операторов управления;

Z – множество состояний системы;

L – оператор переходов, описывающий механизм формирования выходных сигналов;

H – оператор переходов, отражающий механизм изменения системы;

Φ – функционал показателей качества системы.

Обозначим подсистему [2] как S_{ij} , где $i = \overline{1, n}$ – номер уровня, а $j = \overline{1, m}$ – номер подсистемы в i -ом уровне, n – число уровней в системе, m_i – число подсистем на i -ом уровне. Тогда можно записать, что

$$X_{ij} = C_{ij} Y_{i-1, \ell};$$

$$W_{ij} = D_{ij} Y_{i+1, \ell};$$

$$R_{ij} = B_{ij} Y_{i, \ell},$$

где C_{ij} – оператор управляющих связей;

D_{ij} – оператор информационных связей;

R_{ij} – оператор информационно-управляющих связей.

Наряду с частными показателями эффективности отдельных систем существуют показатели всей системы, которые количественно оценивают степень достижения цели.

В общем случае система оценивается по векторному показателю

$$\Phi = \{\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_q\}.$$

Эти показатели могут использоваться для синтеза структуры сложной системы.

Основу синтеза структуры составляет агрегативно-декомпозиционный подход, который включает два этапа:

- последовательную декомпозицию выполняемых системой целей, функций, задач;
- агрегирование (объединение) элементов на соответствующем уровне детализации для генерирования вариантов построения системы на основе выбранных критериев эффективности.

Декомпозиция системы может быть осуществлена согласно разбиению цели управления. На основе того, что цель управления может быть достигнута после решения целого комплекса задач, можно расчленить систему на функционально законченные части, соответствующие вполне определенным задачам, в результате чего строится иерархия задач управления.

Проведя декомпозицию глобальной задачи, исходя из физического числа задачи и сложившихся традиций проектирования данного типа систем, получим иерархию задач управления. Формально каждая подзадача решается отдельной подсистемой.

Иерархическую систему управления процессом можно представить в виде графа:

$$G(S, E), \tag{2}$$

где S – множество вершин, представляющих собой подзадачи управления глобальной задачи; E – множество дуг, характеризующих связи между задачами.

Введем показатели эффективности всей системы: норма управляемости U ; функция сложности решения глобальной задачи K .

Для решения задачи выбора оптимальной структуры иерархии сложной системы и формализации выбора числа уровней предположим, что G_1 структура с максимально возможным числом подзадач управления (вершин графа G_1), которая имеет иерархическую структуру. Определим преобразование графа G_1 в граф G_2 как агрегирование задач управления, находящихся на одной горизонтали и подчиненных одной подсистеме. Также осуществляется преобразование $G_2 \rightarrow G_3$ и т. д. Получаем $\Phi(G)$ – множество вариантов структуры графа G .

Задача выбора оптимального варианта структуры G_{opt} состоит в нахождении такой структуры G , которая обеспечивает оптимум показателей U и K т. е. ставится многокритериальная задача определения структуры иерархической системы, обеспечивающей

$$opt\Phi(G), \text{ где } \Phi = \{U, K\}.$$

Результатом решения задачи является структура системы, имеющая оптимальное число уровней иерархии.

Представим иерархическую систему (1) как систему, состоящую из n -уровней [2]

$$U_i = (X_i, Z_i, \Omega_i, \{\varphi_{ij}\}, \{\psi_{ij}\}), \quad (3) \\ i = 1, 2, \dots, n; 1 \leq j \leq n$$

где X_i – множество состояний i -го уровня;

Z_i – множество возможных управлений i -м уровнем;

Ω_i – множество внешних воздействий на i -й уровень;

$\varphi_{ij}(x)$ – множество состояний j -го уровня, отвечающих i -ому уровню, находящемуся в состоянии $x \in X_i$;

$\psi_{ij}(x)$ – множество допустимых управлений на j -ом уровне, определяемым состояние x уровня U_i .

Отображения φ_i и ψ_i определяют приоритетность уровней (3). Действительно, при определении значения $\varphi_i(x)$ прежде всего учитываются элементы множества $\varphi_{1i}(x_1)$, затем $\varphi_{2i}(x_2)$ и т. д. до $\varphi_{ni}(x_n)$. Сохраняя принятую индексацию, мы будем считать, что уровень U_k является вышестоящим по отношению к $U_{k'}$, если $k < k'$ ($U_k > U_{k'}$). Следовательно, можно говорить об упорядоченном множестве уровней (3) системы U . $U_1 > U_2 > \dots > U_n$, взаимосвязь которых как сверху вниз, так и снизу вверх

характеризуется функциями φ_{ij} и ψ_{ij} ($i, j=1, 2, \dots, n$) и не ограничивается при этом взаимодействиями между соседними уровнями.

Состояние x системы U будем называть идеальным (или решением системы), если x является неподвижной точкой многозначного отображения φ , т.е. $x \in \varphi(x)$. Если множество неподвижных точек отображения φ не пусто ($F_{ix}\varphi \neq 0$), то система U называется разрешимой.

Иерархическая система потенциально управляема в состоянии x , когда существуют такие уравнения $z \in \psi(x)$, что $z(x) \in \varphi(z(x))$, и полностью управляема в состоянии x , если $\forall \omega \in \Omega \exists z \in \psi(x)$, то $z(\omega(x))$ – неподвижная точка отображения φ . В общем случае под управлением иерархической системы можно понимать конечную последовательность управлений z_1, z_2, \dots, z_p , которая переводит состояние x системы в состояние x_p , так что

$$z_1(x) = x_1, \quad z_\ell(x_{\ell-1}) = x_\ell \quad (\ell = 2, 3, \dots, p).$$

Тогда множеством управлений системы является множество конечных последовательностей Z^* над Z . Если ввести в рассмотрение функцию

$$f: Z \rightarrow R$$

множества Z во множество действительных чисел, то можно говорить, например, о «стоимости» управлений и решать задачу об оптимальном управлении в иерархических системах.

Для разрешимости системы U необходимо, чтобы $F_{ix}\varphi_{11} \neq 0$. Действительно, если $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ – неподвижная точка отображения φ , то $x_1 \in \varphi(x)$. В силу определения φ_1 :

$$\varphi_1(x) \cap \varphi_{11}(x_1) \neq 0 \text{ и } \varphi_1(x) \subseteq \varphi_{11}(x_1),$$

следовательно, $x_1 \in \varphi_{11}(x_1)$.

Пусть X_1, X_2, \dots, X_n являются непустыми компактными выпуклыми множествами в банаховых пространствах x_1, x_2, \dots, x_n . Тогда для того, чтобы иерархическая система (1) была разрешимой, достаточно, чтобы отображения φ_{ki} ($1 \leq i, k \leq n$) были замкнутыми и выпуклыми.

В силу определения отображения φ_j ($j=1, 2, \dots, n$) для всех $x \in X$ $\varphi_j(x)$ непусто и для каждого

$$\exists k: \varphi_j(x) = \bigcap_{i=1}^k \varphi_{ij}(x),$$

поэтому $\varphi_j(x)$ является замкнутым и выпуклым \cap как непустое пересечение выпуклых множеств. Тогда отображение $\varphi = \bigcap \varphi_j$ будет удовлетворять условиям замкнутости и компактности. И по теореме Какутани о неподвижных точках имеем: $F_{ix}\varphi \neq 0$.

Предложены новые показатели эффективности системы управления процессом, в качестве которых приняты норма управляемости U и функция сложности решения глобальной задачи K . Разработанные алгоритмы автоматизированного синтеза структуры иерархической системы управления процессом обеспечивают снижение временных и денежных затрат, способствуют скорейшему переходу к внедрению системы на конкретном виде деятельности.

Библиографический список

1. Боголюбов, А. А. Формирование структуры сложной системы управления / А. А. Боголюбов, В. Б. Галютин // Теоретические и прикладные проблемы создания систем управления технологическими процессами : тез. докл. Всесоюзного научно-технического совещания / ЧГУ. – Челябинск, 1990. – С. 3–17.
2. Месарович, М. Общая теория систем: математические основы / М. Месарович, Я. Такаха. – М. : Мир, 1978. – 311 с.
3. Попцов, С. Л. Иерархические системы: подход к описанию структуры и свойств / С. Л. Попцов // Математические методы оптимизации и структурирования систем : межвуз. темат. сб. / КГУ. – Калинин, 1980. – С. 35–74.

УДК 343.8

В. Е. Бурый, В. М. Веремеенко
V. E. Bury, V. M. Veremeenko

ПРОБЕЛЫ РЕСОЦИАЛИЗАЦИИ ОСУЖДЕННЫХ К ЛИШЕНИЮ СВОБОДЫ GAPS OF THE RESOCIALIZATION OF CONVICTS

Аннотация. Указом Президента Республики Беларусь от 23.12.2010 № 672 утверждена Концепция совершенствования системы мер уголовной ответственности и порядка их исполнения. Одной из задач данной Концепции является совершенствование уголовного и уголовно-исполнительного законодательства в части повышения эффективности исправительного и предупредительного воздействия наказаний и иных мер уголовной ответственности, в том числе принятие мер по стимулированию осужденных к исправлению. Вместе с тем действующее уголовно-исполнительное законодательство Республики Беларусь имеет определенные пробелы, что не позволяет в полном объеме реализовывать цели прогрессивной системы в части ресоциализации осужденных к лишению свободы.

Summary. The Decree № 672 of 23.12.2010 of the President of the Republic of Belarus approved the Conception of improving the system of measures of criminal liability and the order of their execution. One of the objectives of the Concept is to develop the criminal